

УДК 621.383.8

Обратная оптическая связь в ЭОП с прямым переносом изображения

Р. И. Багдусев

ОАО «Катод», г. Новосибирск, Россия

Обсуждены проблемы экранирования фотокатода от излучений собственного экрана в электронно-оптических преобразователях.

Как известно, для функционирования электронно-оптических преобразователей (ЭОП) необходимо экранирование фотокатода от излучений собственного экрана [1, 2]. Особую роль играет уровень экранирования в ЭОП с прямым переносом изображения, где экран расположен близко к фотокатоду. В случае недостаточного экранирования фотокатода от экрана часть его светового потока проходит на фотокатод, инициирует дополнительную эмиссию, развивая таким образом обратную оптическую связь. Из физической модели функционирования ЭОП с прямым переносом изображения [3] видно, что обратная оптическая связь в составе других побочных физических процессов инициирует дополнительный эмиссионный ток в суммарный ток экрана $i_{\Sigma\text{Э}}$. Относительный эмиссионный ток, образуемый обратной оптической связью, определяется выражением

$$\frac{i_{\text{ос}}}{i_{\Sigma\text{Э}}} = (U_{\text{Э}} - U_0) \gamma_{\text{Э}} S_{\text{ФЭ}} \theta m \eta_{\text{а}} \eta_{\text{м}},$$

- где $U_{\text{Э}}$ — напряжение между выходом микроканальной пластины (МКП) и экраном;
 U_0 — напряжение пробоя алюминиевой пленки экрана;
 $\gamma_{\text{Э}}$ — светоотдача люминофора;
 $S_{\text{ФЭ}}$ — чувствительность фотокатода к экранному потоку излучений;
 θ — коэффициент открытости МКП;
 $\eta_{\text{а}}$ — коэффициент экранирования алюминиевой пленки;
 $\eta_{\text{м}}$ — коэффициент экранирования МКП.

Потеря энергии электронами при прохождении через пленку алюминия разной толщины для различных ускоряющих напряжений приведена в работе [1]. В частности, при ускоряющем напряжении $U_{\text{Э}} = 5$ кВ для толщин алюминиевой пленки 40–80 нм потеря составляет 5–10 %. Следовательно, $U_0 = 250$ –500 В. Экран ЭОП из цинка-кадмий-сульфидных люминофоров имеет светоотдачу $\gamma_{\text{Э}} = 50$ лм/Вт при анодных напряжениях 12–15 кВ [1]. При ускоряющем напряжении на экране $U_{\text{Э}} = 5$ кВ светоотдачу можно принять в пределах $\gamma_{\text{Э}} = 15$ –17 лм/Вт.

Спектр излучения применяемого в ЭОП люминофора К-67 сильно отличается от диапазона спектральной чувствительности фотокатода, снятой при облучении от источника типа «А» (рис. 1). Поэтому интегральная чувствительность фотокатода при облучении потоком излучения люминофора существенно ниже, чем при облучении источником типа «А». Расчет показывает, что чувствительность фотокатода при облучении со стороны экрана составляет около 18 % от стандартной $S_{\text{ФЭ}} = 0,18 S_{\text{Ф}}$.

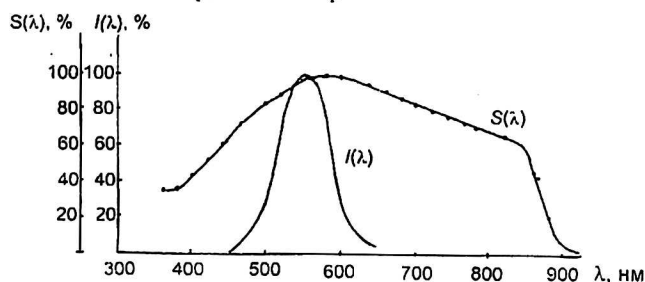


Рис. 1. Зависимость спектральной чувствительности $S(\lambda)$ многощелочного фотокатода (отн. ед.) и спектральной характеристики $I(\lambda)$ излучения люминофора К-67 (отн. ед.) от длины волны

Коэффициент открытости применяемой МКП равен $\theta = 0,6$. Из работы [2] ослабление светопрохождения через МКП примем в 330 раз, т. е. $\eta_{\text{м}} = 3 \cdot 10^{-3}$. Коэффициент усиления МКП m определяется из устанавливаемого коэффициента преобразования ЭОП в рабочем режиме. В частности, при коэффициенте преобразования $\Pi = 2 \cdot 10^4$ и интегральной чувствительности фотокатода $S_{\text{Ф}} = 668$ мкА/лм расчетный коэффициент усиления МКП равен $m = 700$.

На рис. 2 приведена расчетная зависимость относительного тока обратной оптической связи в ЭОП от роста прозрачности алюминиевой пленки экрана. Как видно из рис. 2, с увеличением прозрачности пленки растет ток обратной оптической связи.

Следовательно, эффективный коэффициент экранирования алюминиевой пленки должен быть ниже $\eta_{\text{а}} \leq 10^{-3}$ при коэффициенте преобразования $\Pi \geq 2 \cdot 10^4$.

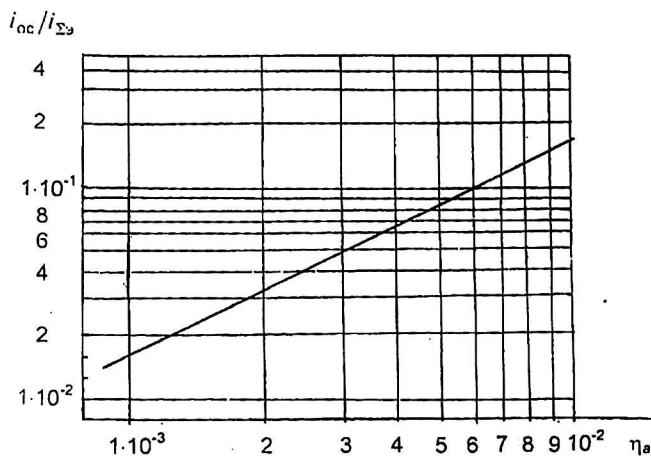


Рис. 2. Расчетная зависимость относительного тока обратной оптической связи $i_{oc}/i_{\Sigma 3}$ от коэффициента экранирования алюминиевой пленки экрана η_a

Следует обратить внимание на то, что приводимая толщина экранирующей пленки экрана в работе [1] и задаваемый коэффициент ее экранирования здесь касаются только чистого алюминия. При нанесении алюминиевой пленки в

условиях, окисляющих алюминий, приводит к падению отражающей ее способности, а также коэффициента экранирования. Попытка довести коэффициент экранирования окисленной алюминиевой пленки до $\eta_a \leq 10^{-3}$ связана с ростом ее толщины. Последнее приводит к росту потери энергии в пленке и снижению прочности покрытия, не говоря о потере ее отражающей способности.

Технологический процесс нанесения алюминиевой пленки не должен допускать ее окисления, ухудшающего как ее отражающую способность, так и экранирующую.

Л и т е р а т у р а

1. Берковский А. Г., Гаванин В. А., Зайдель И. И. Вакуумные фотоэлектронные приборы. — М.: Энергия, 1966.
2. Достижения в технике передачи и воспроизведения изображений. Т. 1/Под ред. Б. Кейзана. — М.: Мир, 1978.
3. Багдурев Р. И. Аналитическое исследование процесса регистрации излучений ЭОП с МКП//Доклад на 16-й Междун. конф. по приборам ночной техники//Прикладная физика. 2000. № 5. С. 132.

Optical feedback in an image intensifier with direct transport of image

R. I. Bagdurev

Cathode, Inc., Novosibirsk, Russia

Problems of screening a photocathode from radiations of the natural screen in image-converter tubes are argued in the paper.

* * *